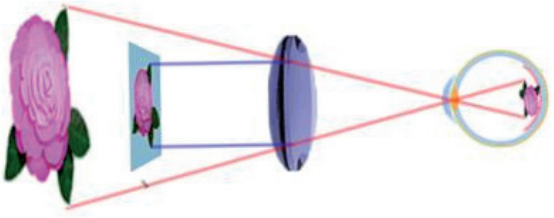
Qu'est-ce que le grossissement ?

Le grossissement optique est le rapport entre la taille apparente d'un objet (ou sa taille dans une image) et sa taille réelle.



Grossissement et résolution

	Grossissement	Résolution en x et y
Œil humain	1 x	0.2 mm
Verre grossissant (loupe)	10 x	0.02 mm
Microscope stéréo	200 x	0.5 µm
Microscope	1000 x	0.2 µm
Microscopes à électrons	1 million x	0.2 nm

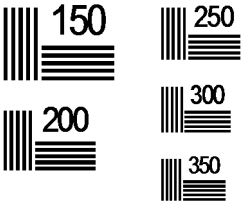
Grossissement

Le grossissement d'un microscope se calcule avec la formule suivante :
V(total) = V(oculaire) x V(tube) x V(zoom) x V(objectif)

V (oculaire) : 10x, 16x, 20x, 25x, 40x
V (tube) : 1.0 (tubes std.), 1.25 (écl. coax. & Ultra low), 1.6 (tube ergo 45°)
V (zoom) : facteur de zoom sur le microscope
V (objectif) : 0.32 à 2.0x

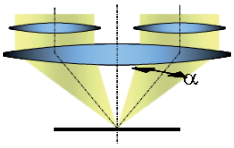
Définition de la résolution en microscopie

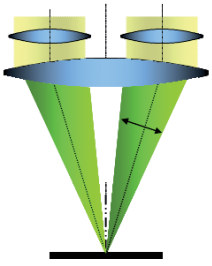
La résolution est indiquée en paires de lignes par millimètre (Lp/mm).
Elle dépend de l'ouverture numérique (Na).
La résolution maximale d'un microscope stéréo est d'env. 600 Lp/mm



Ouverture numérique (NA)

L'**ouverture numérique** (symbole de formule NA) décrit la capacité d'un élément optique à focaliser la lumière. Pour les objectifs, elle détermine la taille minimale de la tache lumineuse pouvant être produite dans son foyer. La NA est en particulier une grandeur essentielle pour déterminer la résolution. L'ouverture numérique (NA) est une caractéristique physique d'un objectif, déterminée par son diamètre (D) et la distance de travail (A)





NA=n(air)*sina
n = indice de réfraction air =1

L'ouverture numérique baisse à mesure que la distance de travail augmente, de même que la résolution !

Influence de l'ouverture numérique (NA)

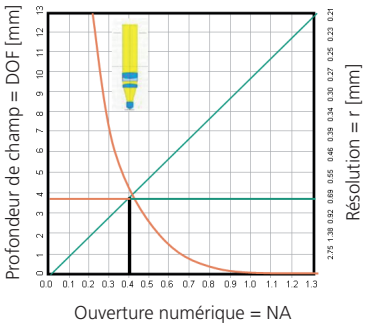
La NA a une influence proportionnelle sur la résolution
La NA a une influence inversement proportionnelle sur la profondeur de champ
Typiquement, la NA a une influence inverse sur la distance de travail
La NA augmente avec le grossissement, mais pas de manière linéaire

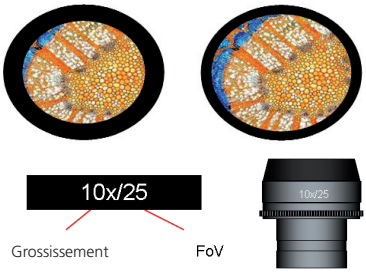
Résolution et profondeur de champ

La **résolution** désigne la capacité de différenciation des structures fines, c.-à-d. par ex. la plus petite distance encore visible de deux objets en forme de points.

La **profondeur de champ** mesure l'étendue de la zone nette dans l'espace de l'objet d'un système optique de reproduction.

Profondeur de champ = DOF
Ouverture num. = NA
Longueur d'ondes = λ
Résolution = r
La résolution r est déterminée par l'équation suivante :
r = 0.61 x λ / NA





Champ de vision (FoV)

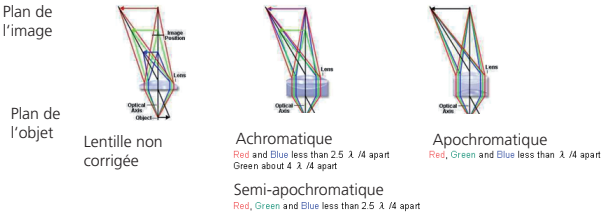
Pour les oculaires dans la microscopie lumineuse, le **coefficient de champ**

diamètre du champ de l'objet multiplié par l'agrandissement de l'objectif utilisé, en mm.

Le coefficient de champ est donné pour les agrandissements oculaires et est généralement marqué sur les oculaires.

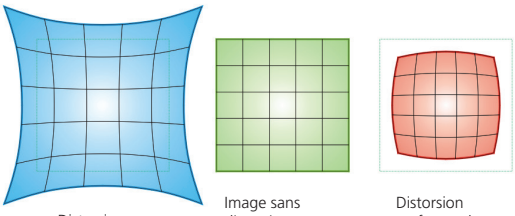
Qualité optique (correction de couleur)

Désignation de l'objectif
Achromatique
(correction de couleur pour 2 longueurs d'ondes)
Apochromatique
(correction de couleur pour 3 longueurs d'ondes)
Plan
(correction de planéité)
Plan apochromatique
(correction de planéité et de couleur pour 3 longueurs d'onc

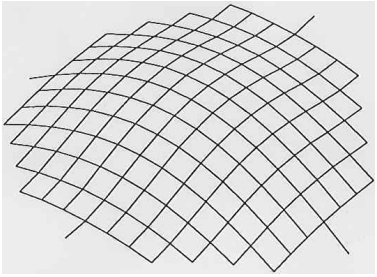

Plan de l'image
Plan de l'objet
Lentille non corrigée
Achromatique
Red and Blue less than 2.5 λ /4 apart
Green about 4 λ /4 apart
Apochromatique
Red, Green and Blue less than λ /4 apart
Semi-apochromatique
Red, Green and Blue less than 2.5 λ /4 apart

Qualité optique (distorsion d'image)

La **distorsion d'image ou distorsion optique** est un défaut de reproduction géométrique des systèmes optiques, qui cause une modification localisée de l'échelle de l'image.

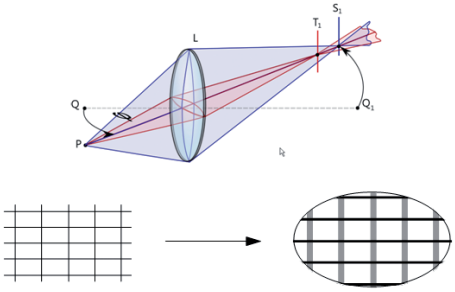


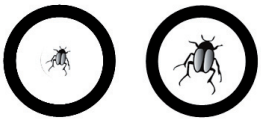
Qualité optique (effet de dôme)



Qualité optique (astigmatisme)

L'astigmatisme est un défaut d'acuité qui touche le faisceau lumineux qui part d'un point de l'objet et pénètre dans l'objectif de biais. Il faut alors faire la différence entre le plan tangentiel et le plan sagittal. Dans le sens du plan tangentiel (rouge), qui comporte l'axe optique, la lentille a une perspective plus courte, et les angles d'incidence varient plus vite avec le déport du rayon dans le faisceau. Il en résulte une distance focale plus courte.





Qualité optique (parfocalité)

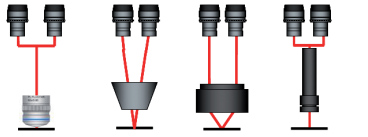
La plupart des microscopes sont parfocaux, c.-à-d. que l'objet reste bien net dans l'oculaire sans refocalisation en cas de grossissement différent. Le réglage correct des oculaires est la condition préalable.

Qualité optique (parfocalité)

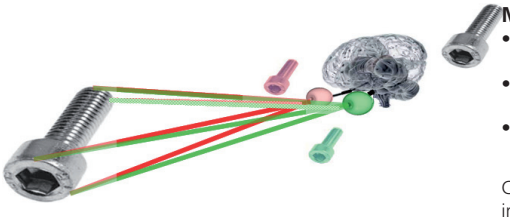
Résolution	min. 300 Lp/mm
Contraste	Le noir reste noir
Courbure de champ	Image nette du centre jusqu'aux bords
Distorsion d'image	Pas de distorsions d'image
Effet de dôme	Les plans apparaissent plats
Correction de couleur	Pas de bords couleur
Astigmatisme	Résolution verticale = résolution horizontale

Qualité optique (parfocalité)

Résolution	min. 300 Lp/mm
Contraste	Le noir reste noir
Courbure de champ	Image nette du centre jusqu'aux bords
Distorsion d'image	Pas de distorsions d'image
Effet de dôme	Les plans apparaissent plats
Correction de couleur	Pas de bords couleur
Astigmatisme	Résolution verticale = résolution horizontale



	microscope	Greenough	CMO	macroscope
ouverture numér.	I.3	0.2	0.2	0.23
grossissement	300x)	(200x)	(200x)	(230x)

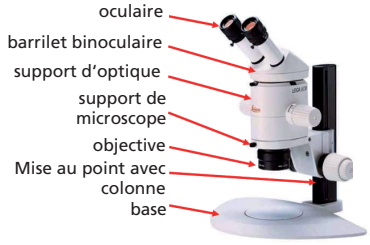


Microscopes stéréo

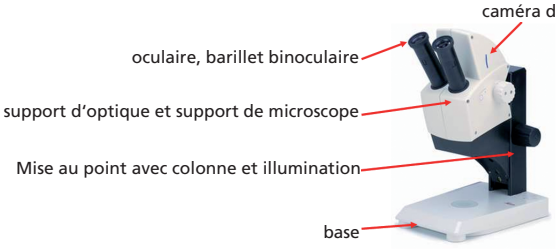
- Les microscopes stéréo produisent une image spatiale des objets en 3 dimensions
- Comme avec la vision normale, chaque œil observe l'objet d'un côté différent
- Dans le cerveau, les deux images partielles sont fusionnées pour former une image stéréoscopique

Chaque œil voit une image différente. Le cerveau les transforme en une image tridimensionnelle.

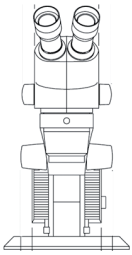
Composants d'un microscope stéréo (CMO)



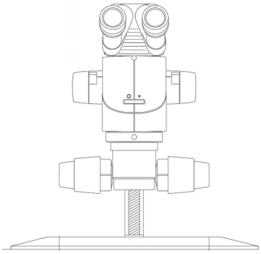
Composants d'un microscope stéréo (GREENOUGH)



Différence entre les modèles GREENOUGH et CMO



Type « Greenough »
Horatio S. Greenough (1892)
Trajectoire des rayons entièrement séparée



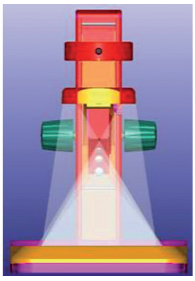
Type « CMO »
Common Main Objektive
Objectif principal commun

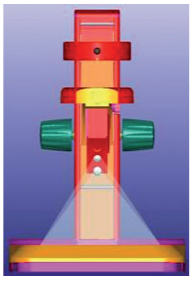
Différence entre les principes « télescope, revolver » et de zoom

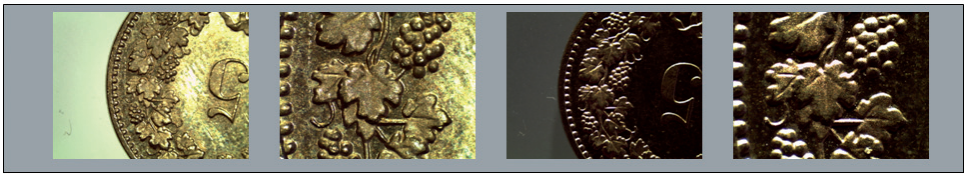
Principe « télescope, revolver »

Principe de zoom

Éclairage (épiscopique)







Les 7 LED allumées grande luminosité

4 LED supérieures allumées éclairage sans ombre

2 LED latérales allumées pour un plus grand contraste

1 LED latérale pour éclairage incliné

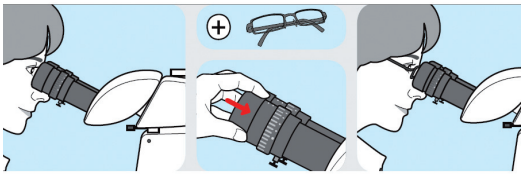
Éclairage (diascopique + combiné)

Éclairage diascopique uniquement

Éclairage diascopique + épiscopique

Travaux pratiques sur le microscope Réglage des oculaires

Microscope stéréo
Les porteurs de lunettes doivent placer les bonnettes dans la position la plus basse ou les retirer

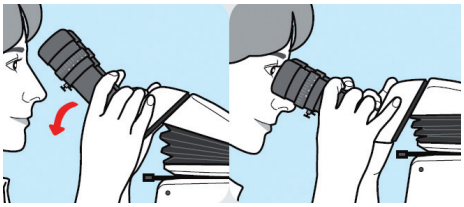


Travaux pratiques sur le microscope Réglage des oculaires

Microscope stéréo
L'écartement des yeux doit être réglé correctement pour assurer une microscopie optimale

Travaux pratiques sur le microscope Réglage des oculaires

Microscope stéréo
La position ergonomique aide à réduire les tensions



Travaux pratiques sur le microscope selon le mode d'emploi « Mesure » de Leica

- Nettoyage, entretien
- Réglage des dioptries et réticules
- Étalonnage du réticule
- Applications des différentes influences de l'éclairage